

人の値を見ると、A群では14人（93%）、B群では11人（73%）が指示を遵守できていた（データ示さず）。

介入前後の比較では（表3）、肥満度はA、B群で介入後に有意に減少していた。その他では、拡張期血圧は介入前の方が、血糖は介入後の方が、全ての群で有意に高値であった。収縮期血圧とALTはA群において介入後の方が低値であった。運動時間は、B、C群において休日運動時間が介入後で有意に増加した。スクリーンタイムは、平日、休日ともB群で介入後に有意に減少していた。

#### D. 考察

##### <基礎データ収集>

全参加者中での肥満（肥満度20%以上）の頻度は、9.5%であり、今回検討した集団における肥満頻度は一般集団と大差ないと考えられた。各群における男女間の比較では、A群において $p<0.05$ の有意差を複数項目で認めたが、いずれも男児の方が高値を示しており、肥満度の差が影響している可能性も考えられた。一方、C群においては男女間で肥満度の差はなく、純粋に男女の差を反映していると考えられ、収縮期血圧、ALT、UA、高感度CRP、ABIが男児の方が有意に高値であり、レプチンは女児の方が有意に高値であった。レプチンは、思春期以降女児の方が、より高値を示し男女差が顕著となることが報告されており<sup>29)</sup>、今回の結果もこれまでの報告と一致するものであった。UAに関しても、思春期年齢以降で男女差が出現するとされており<sup>4)</sup>、今回の検討でもC群で男女差が認められた。アディポカインの中では、レプチンが体格関連指標、血液検査項目と、もっとも良好な相関を示した。レプチンは、主に皮下脂肪より分泌されると報告されており、今回の検討でも内臓脂肪面積より皮下脂肪面積と、より強い相関を認めた。腹囲と内臓脂肪面積、皮下脂肪面積との関連の検討では、両性とも内臓脂肪面積より皮下脂肪面積との間に、より強い相関を認めた。小中学生年代での腹囲増加は皮下脂肪増加の影響をより強く受けていると考えられた。

##### <介入試験>

介入前後の肥満度は、A、B群で有意に減少しており、肥満度の減少には歩数目標の設定、スクリーンタイムの制限ともに有効であった。肥満児童に対する介入方法として歩数目標の設定とスクリーンタイムを制限することは有用である可能性がある。

体脂肪に関しては、介入前後で有意差を認めるような変化はなかったが、内臓脂肪は介入前後でほとんど変化を認めなかったのに対し、皮下脂肪は有意差は認めなかったがA、B群で減少していた。成人では肥満介入により減少しやすいのは内臓脂肪とされているが、小児肥満では皮下脂肪面積の増加が主で内臓脂肪面積は軽度に留まることが多く、肥満の改善や悪化による変動は、内臓脂肪より皮下脂肪の変動が主なのかもしれない。

血圧はすべての群で介入後の方が低下しており、介入以外の因子（介入後評価は、2回目の検診であり介入前より緊張が和らいでいた可能性など）が影響しているのかもしれない。

BSは、予想に反し全ての群で介入後の方が有意に高値であった。有意差はないがIRIも全群で上昇しており、測定上のエラーとは考え難く、原因は不明である。HbA1cの変動は認めなかった。アディポカインについては、報告書作成時点で介入後の検査結果が間に合わず、検討できていない。

運動時間、スクリーンタイムに関しては、B群でもっとも改善が認められた。スクリーンタイムを制限することによりできた時間が、ある程度運動に向けられたのかもしれない。

今回の介入試験には複数の限界が存在する：①例数が少ない、②歩数、スクリーンタイムとも自己申告制、③希望による参加であるため、もともと肥満を改善したいとの意欲のある集団が集まった可能性、④参加によるインセンティブがあるため指示を継続できた可能性、⑤介入期間が短いなどである。①については、全国集計にて例数を増やして検討することが可能であり、②については虚偽報告が存在する可能性は否定できないが、表2で示すように記録のみのC群とA、B群とでは結果に差を認めており、少なくともある程度は指示を遵守できていたものと推測する。③、④は、肥満外来などでも苦

労する介入対象者の意欲の問題である。対象者はこどもであり、継続する意欲をもたせるためには、きっかけの1つとして何らかの報酬に当たるようなものがあったりも良いのかもしれない。⑤に関しては、縦断的に経過を追った評価が期待される。

今回の検討から、小児肥満に対する介入には、1日の歩数目標をたてること、スクリーンタイムの制限を設けることが少なくとも短期的には有用であることが示された。例数、期間を増やした長期にわたる縦断的な介入、フォローができることが期待される。

## E. 結論

137人の健常小児基礎データを収集した。小学生肥満における肥満度減少には、目標歩数の設定、スクリーンタイムの制限がともに有用である可能性がある。

## 謝辞

今回の調査にあたりご協力いただきました生徒、保護者、学校関係者、教育委員会、医師会、東海市民病院の職員の方々、愛知県学校保健健診協議会の医師、検査技師の方々に深謝します。

## 文献

- 1) 濱島 崇ら：生活習慣予防のための健常小児基礎データの収集～愛知県の小中学生における検討～。未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための総合検診のあり方に関する研究。厚生労働科学研究事業 平成24年度報告書。2013; 94-102
- 2) Garcia-Mayor RV et al: Serum leptin levels in normal children: relationship to age, gender, body mass index, pituitary-gonadal hormones, and pubertal stage. J Clin Endocrinol Metab. 1997; 82: 2849-2855
- 3) Blum WF et al: Plasma leptin levels in healthy children and adolescents: dependence on body mass index, body fat mass, gender, pubertal stage, and testosterone. J Clin Endocrinol Metab. 1997; 82: 2904-2910
- 4) 久保田 優：高尿酸血症の病因に迫る 小児の高尿酸血症とその意義。高尿酸血症と痛風 2010; 18: 135-139

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 著書・総説

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Shinomiya M, Aoki M, Hamajima T, Nagashima M. Impact of gender and lifestyles of adolescents and their parents on obesity. In: Watson RR, editor. Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity. London: Academic Press, 2014; 207-215.

### 3. 学会発表

- 1) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實。小児期・思春期の肥満、インスリン抵抗性に本人・保護者の生活習慣が与える影響。第61回日本心臓病学会学術集会、熊本市、平成25年9月14日22日
- 2) 宮永朋子、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實、吉永正夫。小児期・思春期の心血管危険因子値に与える本人・保護者の生活習慣が与える影響。第34回日本肥満学会、東京都、平成25年10月11日
- 3) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島 崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善哉、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理。小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係。第50回日本小児循環器学会総会・学術集会、岡山市、平成26年7月4日
- 4) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島 崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦。小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係。第2回Dual BIA研究会、京都、平成26年9月6日
- 5) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島 崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原 光彦、高橋秀人、緒方裕光、郡山暢之、立川俱子。デュアルインピーダンス法による小児内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係。第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24日

- 6) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正  
實、堀米仁志、高橋秀、篠宮正樹、緒方裕光、伊藤善也、  
徳田正邦、久保俊英、立川俱子、郡山暢之、原 光彦、  
岩本眞理、幼児、小・中学生の心血管危険因子値と本人、  
保護者の生活習慣との関係、第35回日本肥満学会、宮  
崎、平成26年10月25日

**G. 知的財産権の出願・登録状況**

- |           |    |
|-----------|----|
| 1. 特許取得   | なし |
| 2. 実用新案登録 | なし |
| 3. その他    | なし |

表 1. 介入前データ

	A 群	B 群	C 群
年齢 (歳)	9.7±1.4	9.8±1.7	10.0±1.7
肥満度 (%)	38.8±15.5	29.5±10.0	29.6±12.4
腹囲 (cm)	78.7±10.3	72.8±7.8	74.4±9.6
出生身長 (cm)	49.3±2.6	50.4±2.2	49.9±2.0
出生体重 (g)	3032±472	3294±440	3047±374
3 歳時肥満度 (%)	3.6±10.0	4.7±7.5	4.3±10.5
1 年生時肥満度 (%)	22.8±20.6	18.9±15.6	20.2±16.8
収縮期血圧 (mmHg)	115±10 <sup>#</sup>	103±11 <sup>#</sup>	110±10
拡張期血圧 (mmHg)	64±7	62±6	62±9
UA (mg/dl)	5.2±1.1	4.9±0.9	5.1±1.4
ALT (IU/L)	29±32	18±6	49±70
TG (mg/dl)	104±74	66±49	73±42
T-CHO (mg/dl)	183±34	177±22	183±44
HDL-CHO (mg/dl)	58±12	60±11	59±15
LDL-CHO (mg/dl)	113±28	109±23	115±43
BS (mg/dl)	87±5	86±6	87±6
IRI (μU/ml)	11.6±4.6	7.4±4.1	12.3±7.9
HbA1c (%)	5.5±0.3	5.4±0.2	5.4±0.2
レプチン (ng/ml)	25.1±10.8 <sup>#</sup>	15.8±9.7 <sup>#</sup>	17.7±8.6
高感度 CRP (ng/ml)	1279±1332	766±1027	1312±350
アディポネクチン (μg/ml)	8.3±3.1	10.9±4.8 <sup>#</sup>	7.3±3.8 <sup>#</sup>
運動時間 (平日 : 分)	41±33	28±22	29±34
運動時間 (休日 : 分)	73±127	74±104	33±30
TV・ゲーム時間 (平日 : 分)	154±64	126±61	148±84
TV・ゲーム時間 (休日 : 分)	264±87	220±97	294±195

数値は平均±SD、<sup>#</sup> p<0.05

表 2. 介入期間中の歩数、スクリーンタイム

	A 群	B 群	C 群	p 値
平均休日歩数 (歩)	12353±2845	9330±3371	7718±3613	0.001
平均平日視聴 (分)	147±77	85±21	138±87	0.002
平均休日視聴 (分)	179±95	114±40	211±154	0.023

Kruskal-Wallis 検定

表 3. 介入前後の比較

		前	後	p 値
肥満度 (%)	A	38.8±16.5	35.8±17.5	<b>0.016</b>
	B	29.5±10.0	25.3±10.5	<b>0.001</b>
	C	29.6±12.4	30.0±14.3	0.861
腹囲 (cm)	A	78.7±10.7	77.6±10.2	0.144
	B	72.8±7.8	71.6±7.2	0.054
	C	74.4±9.6	74.8±9.7	0.500
内臓脂肪面積 (cm <sup>2</sup> )	A	46.0±22.2	46.3±17.4	0.955
	B	38.8±10.0	39.4±9.2	0.824
	C	48.8±19.1	47.6±25.2	0.744
皮下脂肪面積 (cm <sup>2</sup> )	A	208.2±71.2	198.8±76.0	0.262
	B	157.3±45.0	154.5±43.3	0.644
	C	158.1±57.9	162.4±62.5	0.533
収縮期血圧 (mmHg)	A	115±10	107±14	<b>0.014</b>
	B	103±11	98±9	0.053
	C	110±10	104±12	0.109
拡張期血圧 (mmHg)	A	64±7	56±9	<b>0.000</b>
	B	62±6	55±4	<b>0.000</b>
	C	62±9	56±5	<b>0.027</b>
UA (mg/dl)	A	5.2±1.1	5.2±1.2	0.938
	B	4.9±0.9	4.8±1.1	0.487
	C	5.1±1.4	5.1±1.0	0.741
ALT (IU/L)	A	29±32	21±19	<b>0.049</b>
	B	18±6	16±6	0.163
	C	49±70	37±48	0.056

T-CHO (mg/dl)	A	183±34	177±26	0.286
	B	177±22	171±20	0.127
	C	183±44	177±41	0.221
HDL-CHO (mg/dl)	A	58±12	57±13	0.470
	B	60±11	57±9	0.098
	C	59±15	57±13	0.243
LDL-CHO (mg/dl)	A	113±28	106±21	0.117
	B	109±23	103±25	0.176
	C	115±43	107±37	0.077
TG (mg/dl)	A	104±74	85±64	0.119
	B	66±49	59±39	0.423
	C	73±42	74±63	0.856
BS (mg/dl)	A	87±5	94±4	<b>0.000</b>
	B	86±6	93±7	<b>0.001</b>
	C	87±6	93±8	<b>0.001</b>
IRI (μU/ml)	A	11.6±4.6	14.0±6.5	0.077
	B	7.4±4.1	8.9±2.9	0.210
	C	12.3±7.9	14.3±10.0	0.428
HbA1c (%)	A	5.5±0.3	5.5±0.2	1.000
	B	5.4±0.2	5.4±0.1	1.000
	C	5.4±0.2	5.4±0.2	0.607
平日運動時間 (分)	A	41±33	63±60	0.068
	B	28±22	41±21	0.081
	C	29±34	47±59	0.165
休日運動時間 (分)	A	73±127	81±59	0.753
	B	81±110	117±90	<b>0.034</b>
	C	33±30	60±50	<b>0.030</b>
平日 TV・ゲーム時間 (分)	A	154±64	136±59	0.219
	B	126±61	78±17	<b>0.004</b>
	C	148±84	134±88	0.557
休日 TV・ゲーム時間 (分)	A	264±87	230±129	0.241
	B	220±97	134±22	<b>0.001</b>
	C	294±195	236±145	0.312

p<0.05 を太字で示す

## 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、 皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係

分担研究者 宮崎あゆみ<sup>1)</sup>、吉永正夫<sup>2)</sup>、長嶋正實<sup>3)</sup>、濱島 崇<sup>3)</sup>、青木真智子<sup>3)</sup>、篠宮正樹<sup>3)</sup>  
伊藤善也<sup>3)</sup>、徳田正邦<sup>3)</sup>、久保俊英<sup>3)</sup>、堀米仁志<sup>3)</sup>、岩本眞理<sup>3)</sup>、原 光彦<sup>3)</sup>  
所 属 地域医療機能推進機構高岡ふしき病院<sup>1)</sup>、国立病院機構鹿児島医療センター小児科<sup>2)</sup>、  
未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための総合検診の  
あり方に関する研究<sup>3)</sup>

### 研究要旨

【目的】小児においてデュアルインピーダンス法による内臓脂肪面積 (VFA)、皮下脂肪面積 (SFA) 測定を行い、心血管危険因子との関係を検討してその有用性を考察する。【対象と方法】平成 24、25 年度に全国 8 地域で年長児～中学生ボランティア 1843 名に小児生活習慣病検診を実施し、身体計測、血圧測定、採血、DUALSCAN(オムロンコーリン)による VFA、SFA 面積測定を行った。機器の仕様上、腹囲 65cm 以上を満たした 11～15 才の男子 155 名、女子 186 名を解析対象として検討を行った。【結果】解析対象の年齢、肥満度に性差なく、腹囲のみ男子でやや大であった ( $p=0.044$ )。VFA ( $\text{cm}^2$ ) は男女各々  $37.2\pm 16.9$ 、 $33.6\pm 14.7$  ( $p=0.036$ )、SFA ( $\text{cm}^2$ ) は  $109.2\pm 70.1$ 、 $111.4\pm 55.0$  ( $p=0.736$ ) と、VFA で男子が有意に大となった。腹囲との相関係数は、VFA で男女各々 0.60、0.48、SFA で 0.86、0.79 (すべて  $p<0.001$ ) と、SFA により強い相関を認めた。腹囲以外の心血管危険因子 (血圧、TG、HDL コレステロール、血糖) との相関係数は、VFA では男子の血圧  $0.21$  ( $p=0.008$ )、TG  $0.19$  ( $p=0.020$ )、HDL コレステロール  $-0.22$  ( $p=0.007$ )、女子の血圧  $0.15$  ( $p=0.039$ )、HDL コレステロール  $-0.15$  ( $p=0.039$ ) で有意となった。男子では各々の因子で SFA より相関が大であったが、女子では SFA の方が大になる傾向があった。その他、VFA、SFA は LDL コレステロール、ALT、レプチンなどと相関を認めたが、いずれも SFA の方が相関係数は大となった。【結論】デュアルインピーダンス法による VFA、SFA 測定では、10 代前半の VFA に性差を認めて男子が大となり、CT や MRI を用いた報告と同様の結果であった。同法による VFA、SFA は心血管危険因子等との相関を認め、かつ非侵襲的で繰り返し測定可能であり、小児肥満の客観的指標として有用と考えられたが、測定可能な体格に限界があることが課題である。

### A. 研究目的

小児生活習慣病や小児メタボリックシンドロームにおいては内臓脂肪の評価が重要となるが、小児においては未だその非侵襲的方法が確立されていない。今回の研究においては、全国での小児生活習慣病検診においてデュアルインピーダンス法による内臓脂肪面積 (VFA)、皮下脂肪面積 (SFA) 測定を試みたので、他の検診結果と比較すること

により、この方法が小児にとって有用かどうかを検討した。

### B. 研究方法

#### 1. 対象

平成 24、25 年度に北海道、富山、千葉、静岡、兵庫、岡山、福岡、鹿児島の全国 8 地域で年長児～中学生ボランティア 1843 名に小児生活習慣病

検診を実施し、身体計測、血圧測定、採血を行うと共に、測定可能な被検者に対し、VFA、SFA 測定を行った。使用機器の仕様では腹囲 65cm 以上が正確な測定の必要条件であるため、今回は同条件を満たし、かつ思春期前期の 11~15 才の男子 155 名、女子 186 名を対象として解析を行った。

## 2. 検査項目

### 1) 身長・体重・腹囲・血圧の測定

身長、体重、腹囲（臍高）を測定し、腹囲身長比および性別年齢別身長別標準体重による肥満度を算出した。血圧は A&D 社製の測定器を用い、座位で 5 分以上の安静後 3 回測定し、2 回目と 3 回目の平均を収縮期および拡張期血圧として採用した。

### 2) 血清生化学的検査

前日夕食後より絶食で当日午前中に採血し、トリグリセリド、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、血糖、尿酸、ALT、グリコヘモグロビン(HbA1c)、インスリン、レプチン、高感度 CRP、アディポネクチンを測定した。

### 3) VFA、SFA 測定

VFA および SFA はオムロンコーリン社製の DUALSCAN を用い、採血同様前日夕食後より絶食で当日午前中に測定した。多人数の検診で時間の制約があったため、測定回数は原則 1 回のみとした。

## 3. 統計学的検定

SPSS Ver.11 を用い、2 群間の差の検定には  $t$  検定を、相関関係の解析には Pearson の相関係数検定を行い、 $p < 0.05$  を有意とした。また腹囲と VFA、SFA の間で単回帰分析を行った。

### (倫理面への配慮)

本検診の目的と内容を受診希望者とその保護者に口頭もしくは書面で説明し、同意書が得られた対象者のみに施行した。個人情報保護法を遵守し、データはすべて匿名化して解析を行った。

## C. 研究結果

### 1. 解析対象者のプロフィール

全検診者 1843 名のうち、11 才以上は男子 374 名、女子 375 名であり、そのうち腹囲が 65cm 以上は各々 171 名、200 名で、かつ VFA、SFA が測定可能であったのは 155 名、186 名であった。そのプロフィールを表 1 に示す。腹囲が限定されたことより、全検診者に比べ解析対象者は男女とも年齢、肥満度、BMI、腹囲すべてにおいて有意に大となり ( $p < 0.001$ )、うち腹囲にのみ男女差を認めた ( $73.0 \pm 7.6 \text{ cm}$  vs  $71.5 \pm 6.0 \text{ cm}$ ,  $p = 0.044$ )。

### 2. VFA、SFA の男女測定値比較

解析対象者の測定値を男女比較すると、VFA は各々  $37.2 \pm 16.9 \text{ cm}^2$ 、 $33.6 \pm 14.7 \text{ cm}^2$  ( $p = 0.036$ )、VFA/SFA は  $0.40 \pm 0.17$ 、 $0.36 \pm 0.17$  ( $p = 0.028$ ) と男子で有意に大となったが、SFA は  $109.1 \pm 70.2 \text{ cm}^2$ 、 $11.4 \pm 55.0 \text{ cm}^2$  ( $p = 0.739$ ) と有意差を認めなかった。その他の測定値では、収縮期血圧、尿酸、ALT、レプチン、高感度 CRP に男女差を認めた (表 2)。

### 3. VFA、SFA と各測定値との相関

肥満度、腹囲、腹囲身長比と VFA、SFA との相関をみたところ、いずれの指標とも相関を認めたが、腹囲との相関が最も強く、相関係数は男女各々 VFA で 0.60、0.48、SFA で 0.86、0.79 (すべて  $p < 0.001$ ) であり、SFA とより強く相関した。さらに腹囲と VFA、SFA との間で単回帰分析を行ったところ、図のような関係が得られた。解析対象者は体格大に偏りがみられるため、表 1 における全検診者男女の腹囲平均値、65.9cm と 66.2cm をこれに代入して VFA、SFA の推定平均値を算出したところ、VFA は男女各々  $27.7 \text{ cm}^2$ 、 $27.5 \text{ cm}^2$ 、SFA は  $48.7 \text{ cm}^2$ 、 $69.6 \text{ cm}^2$  となった。

次に、VFA、SFA と主な心血管危険因子との相関を検討した。VFA では男子の収縮期血圧  $0.21$  ( $p = 0.008$ )、拡張期血圧  $0.19$  ( $p = 0.020$ )、トリグリセリド  $0.19$  ( $p = 0.020$ )、HDL コレステロール  $-0.22$  ( $p = 0.007$ )、女子の拡張期血圧  $0.15$  ( $p = 0.039$ )、HDL コレステロール  $-0.15$  ( $p = 0.039$ ) で有意となっ

た。男子では収縮期血圧以外 SFA と相関が認められなかったが、女子では SFA との相関項目数は VFA より増大した (表 4-1)。しかしいずれの因子も肥満度や腹囲との相関の方が大であった。

その他、VFA、SFA は LDL コレステロールや ALT、各種アディポサイトカインなど複数の項目と相関を認めたが、男女ともより SFA との相関がより強く、肥満度や腹囲との相関に匹敵した。特に体脂肪量を最も反映するレプチンとは、SFA が男女各々 0.802 ( $p < 0.001$ )、0.698 ( $p < 0.001$ ) と最も強い相関を示した (表 4-2)。

#### D. 考察

成人のメタボリックシンドロームはその原因が内臓脂肪の増大とされ、主に CT による内臓脂肪量の評価研究が進んでいる<sup>1)2)</sup>。小児においても近年小児メタボリックシンドロームの存在がクローズアップされ、診断基準が提唱されるにいたった<sup>3)</sup>。しかしその内臓脂肪量評価は成人ほど容易ではなく、特に非侵襲的方法に関しては試験的段階にある。

今回我々の研究班では、全国各地で実施した小児生活習慣病検診において、デュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪測定を行う機会を得た。測定に用いた DUALSCAN の原理は、腹部縦径横径から臍高の横断面積(a)を推定し、四肢電極に微弱電流を流した時の臍高の対電極におけるインピーダンス変化から同断面の除脂肪面積(b)を、臍高の対電極に微弱電流を流すことにより皮下脂肪面積(c)を求め、a から b、c を引いて内臓脂肪面積を求めるというものである。インピーダンス変化から各面積を推定する根拠となっているのは CT による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定値との対比結果であり、成人ではすでに CT に変わる非侵襲的方法として確立されつつある<sup>4)5)6)</sup>。

今回、できるだけ多くの小児での測定を目指しておおむね腹囲 60cm 以上の検診者に測定を試みたが、一部、腰部の形状と腹部電極がフィットしない、測定時の息こらえができないなどの理由により測定不可能であった。さらに測定はできても、

機器の仕様上腹囲 65cm 未満の計測値に信頼性が保証されないことから、今回は腹囲 65cm 以上で、かつ年齢による体格差や二次性徴度を考慮して 11~15 才に対象者を限定した上で解析を試みた。この年代の全検診者腹囲平均値がおおむね 65.9cm、66.2cm であることより、解析対象者は体格的には平均以上が大半ということになる。測定された VFA 平均値には男女差が認められて男子が有意に大となったが、これは過去の CT や MRI を用いた報告、すなわち、小児は 10 代から男子で内臓脂肪が増加し始めるという結果と傾向が一致した<sup>7)8)</sup>。しかし全検診者腹囲平均値を用いて単回帰直線から推定した VFA 平均値には男女差が認められなかったことより、この年代の男子平均体格者では増大傾向が明確でない可能性も示唆された。さらにこの方法で小児メタボリックシンドローム診断基準となる腹囲 80cm での VFA を算出すると、男女各々 46.3cm<sup>2</sup>、43.5 cm<sup>2</sup> となり、診断の目安とされる CT での 60 cm<sup>2</sup> よりかなり小さい値となった<sup>9)10)</sup>。その相違に関しては、今後の検討課題と考える。

また VFA、SFA とも、心血管危険因子をはじめ多数の測定項目と相関した。VFA のみに注目すると、女子より男子の方がより相関が強い傾向にあったが、男女とも VFA に比べ SFA により強い相関が認められる項目が多く、最も相関が強かったのはレプチンであった<sup>11)12)</sup>。これらより、小児では内臓脂肪以上に皮下脂肪の増大が肥満やメタボリックシンドロームの病態に関与している可能性が示唆された。

なお今回の研究の限界として、多人数の検診の場で測定が行われたため複数回の測定ができず、検者間、検者内での測定値の再現性が検討できていないことがあげられる。小児の場合、成人以上に息こらえの程度や内臓の移動により測定値変動が大きくなる可能性があることは容易に想像しうる。被曝のない非侵襲的方法としては小児への有用性が大きいと考えられるだけに、今後、より安定した測定法の確立や小児体型にフィットした電極の開発などが望まれる。

## E. 結論

全国の小児生活習慣病検診においてデュアルインピーダンス法を用いた VFA、SFA 測定を行った結果、心血管危険因子等との関連性が認められ、一定体格以上の小児においては有用な検査法であることが示唆された。小児の肥満やメタボリックシンドロームの病態把握に役立つと考えられるが、測定法や器機の仕様には課題もあり、今後の改良が期待される。

## 文献

- 1) Shiina Y, Hommma Y. Relationships between the visceral fat area on CT and coronary risk factor markers. *Intern Med* 2013; 52:1775-1780
- 2) Hiuge-Shimizu A et al. Reduction of visceral fat correlates with the decrease in the number of obesity-related cardiovascular risk factors in Japanese with abdominal obesity. *J Athero Thrombo* 2012; 19:1006-1018
- 3) 大関武彦. メタボリックシンドロームの概念と実際. 小児のメタボリックシンドローム 診断と治療社 2008; 2-10
- 4) 宮脇尚志 他. 腹部生体インピーダンス法による内臓脂肪量測定法. *日本臨床* 2011; 69, Suppl 1: 470-472
- 5) Shiga T, et al. A new simple measurement system of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance analysis. *IFMBE proceeding*. 2009; 25:338-341
- 6) 福井敏樹 他. DUAL インピーダンス法による内臓脂肪測定の有用性と測定結果解釈の注意点. *日本人間ドック学会誌* 2012; 27:719-728
- 7) 佐竹栄一郎 他. 小児期における内臓脂肪面積の推移. 厚生労働科学研究費補助金「小児メタボリック症候群の概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究」. 平成 18 年度総合研究報告書 2007; 9-12
- 8) Shen W, et al. Sexual dimorphism of adipose tissue distribution across the lifespan: a cross-sectional whole-body magnetic resonance imaging study. *Nutr Metab* 2009; 6:1-9

9) Asayama K et al. Threshold of visceral fat and waist girth in Japanese obese children. *Pediatr Int* 2005; 47:498-504

- 10) 朝山光太郎 他. 小児肥満症の判定基準—小児適正体格検討委員会よりの提言—. *肥満研究* 2002;42:1011-1016
- 11) Friedman JM, Halaas JL. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature* 1998; 395:763-770
- 12) 土橋一重 他. 肥満小児における血中レプチン値：腹部脂肪分布との関連. *日本小児栄養消化器肝臓学会雑誌* 2008; 22:13-18

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 著書・総説

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Shinomiya M, Aoki M, Hamajima T, Nagashima M. Impact of gender and lifestyles of adolescents and their parents on obesity. In: Watson RR, editor. *Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity*. London: **Academic Press**, 2014; 207-215.
- 2) 宮崎あゆみ. 児童生徒の生活習慣病検診—「たかおかキッズ健診」の実際. *日本医師会雑誌* 2014;143(4):p.821-823.

### 3. 学会発表

- 1) 宮崎あゆみ、小栗絢子、長谷田祐一、市田露子. 小児生活習慣病健診における non-HDL コレステロールの有用性. 第 117 回日本小児科学会、名古屋、平成 26 年 4 月 13 日
- 2) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本真理、原光彦. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第 50 回小児循環器学会、岡山、平成 26 年 7 月 4 日
- 3) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、

堀米仁志、岩本眞理、原光彦. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第2回 Dual BIA 研究会、京都、平成26年9月6日

4) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木眞智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24日

5) 宮崎あゆみ、五十嵐登、小栗絢子、長谷田祐一、三川正人、島田一彦、村上美也子、馬瀬大助. 全小4、中1を対象とした高岡市および富山市小児生活習慣病健診における食後脂質値の検討. 第45回全国学校保健・学校医大会、金沢、平成26年11月8日

#### 4. 特別講演・教育講演

1) 宮崎あゆみ. 自分の体をチェック！ なぜ小児生活習慣病予防なのか？ 高岡市体育協会 スポーツ健康フェスタ in 高岡、高岡市、平成26年7月13日

2) 宮崎あゆみ. 子供の健康・栄養課題について. 平成26年度第1回特定給食施設等関係者研修会、高岡厚生センター、平成26年8月28日

3) 宮崎あゆみ. 小児生活習慣病予防とは？たかおかキッズ健診の実際. 射水市養護教諭研修会、射水市、平成26年12月11日

4) 宮崎あゆみ. 子供の病気と予防接種. 家庭教育推進サポーター養成講座及び託児保育者研修、高岡市、平成27年2月23日

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

- |           |    |
|-----------|----|
| 1. 特許取得   | なし |
| 2. 実用新案登録 | なし |
| 3. その他    | なし |

表1 11～15才の全検診者と内臓脂肪解析対象者の比較

		男子	女子	p値
n	全	374	375	
	対象	155 (171)	186 (200)	
年齢(才)	全	13.1 ± 1.3	13.1 ± 1.3	0.95
	対象	13.5 ± 1.3	13.5 ± 1.3	0.53
肥満度(%)	全	-2.6 ± 13.9	-2.4 ± 13.9	0.841
	対象	6.6 ± 15.2	4.6 ± 14.2	0.206
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	全	18.4 ± 2.8	18.8 ± 2.8	0.044
	対象	20.6 ± 2.8	20.5 ± 2.6	0.894
腹囲 (cm)	全	65.9 ± 8.3	66.2 ± 7.4	0.609
	対象	73.0 ± 7.6	71.5 ± 6.0	0.044
腹囲身長比	全	0.42 ± 0.05	0.43 ± 0.05	0.012
	対象	0.46 ± 0.06	0.46 ± 0.04	0.435

全：全検診者 対象：測定できた腹囲65cm以上の解析対象者 ()は腹囲65cm以上全数解析対象者はすべての指標において全検診者より有意に大であった(p<0.001)

表2 各測定値の男女比較

	男子	女子	p値
n	155	186	
VFA (cm <sup>2</sup> )	37.2 ± 16.9	33.6 ± 14.7	0.036
SFA(cm <sup>2</sup> )	109.1 ± 70.2	111.4 ± 55	0.739
VFA/SFA	0.40 ± 0.17	0.36 ± 0.17	0.028
収縮期血圧 (mmHg)	107 ± 10	103 ± 9	<0.001
拡張期血圧 (mmHg)	58 ± 9	56 ± 7	0.233
トリグリセリド (mg/dl)#	65 (59-71)	71 (66-76)	0.078
HDLコレステロール(mg/dl)	59 ± 12	58 ± 10	0.413
血糖 (mg/dl)	87 ± 6	86 ± 6	0.25
LDLコレステロール(mg/dl)	94 ± 24	97 ± 23	0.21
尿酸(mg/dl)	5.7 ± 1.5	4.6 ± 0.9	<0.001
ALT(IU/L)#	18 (17-20)	12 (11-13)	<0.001
HbA1c(%)	5.1 ± 0.2	5.1 ± 0.3	0.083
インスリン(μIU/ml)#	7.4 (6.7-8.1)	8.3 (7.4-9.2)	0.096
レプチン(ng/ml)#	4.2 (3.7-4.8)	10.2 (9.4-11.0)	<0.001
高感度CRP(ng/ml)#	116 (96-141)	77 (64-93)	0.002
アテロネチン(μg/ml)	8.7 ± 3.4	9.0 ± 4.1	0.387

VFA: 内臓脂肪面積 SFA: 皮下脂肪面積

#正規分布しないため対数変換後換算し95%信頼区間を記載

表3 各体格指標との相関

	男子		女子	
	VFA	SFA	VFA	SFA
肥満度	0.543	0.859	0.443	0.791
腹囲	0.596	0.92	0.476	0.862
腹囲身長比	0.467	0.870	0.410	0.855

Pearsonの相関係数  $r$  (すべて  $p < 0.001$ )

図 腹囲と内臓脂肪面積・皮下脂肪面積の関係

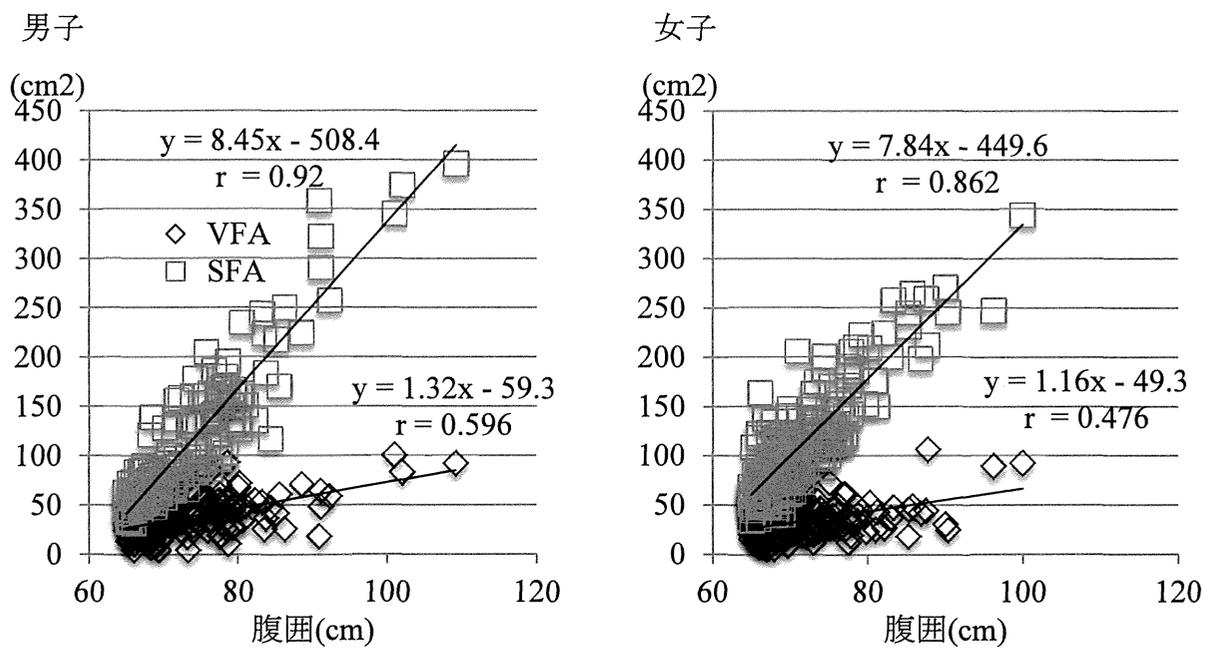


表4-1 心血管危険因子との相関

	男子				女子			
	肥満度	腹囲	VFA	SFA	肥満度	腹囲	VFA	SFA
収縮期血圧	0.277***	0.285***	0.212***	0.199*	0.342***	0.229**	-	0.181*
拡張期血圧	0.213**	0.215**	0.186*	-	0.234**	0.154*	0.152*	0.153*
トリグリセリド <sup>#</sup>	-	0.198*	0.186*	-	0.189*	0.167*	-	-
HDL コレステロール	-0.207*	-0.226**	-0.215**	-	-0.188*	-0.158*	-0.152*	-0.158*
BS	-	-	-	-	0.203**	0.181*	-	0.165*

表4-2 その他の測定値との相関

	男子				女子			
	肥満度	腹囲	VFA	SFA	肥満度	腹囲	VFA	SFA
LDL コレステロール	0.445***	0.341***	0.316***	0.429***	0.295***	0.204**	0.216**	0.33***
尿酸	0.164*	-	0.165*	-	0.249**	0.198**	-	0.209**
ALT <sup>#</sup>	0.477***	0.486***	0.286***	0.5***	0.435***	0.297***	0.214**	0.328***
HbA1c	0.159*	-	0.273**	-	-	-	-	-
インスリン <sup>#</sup>	0.246**	0.34***	0.29***	0.325***	0.177*	0.151*	-	-
レプチン <sup>#</sup>	0.746***	0.724***	0.398***	0.802***	0.616***	0.63***	0.301***	0.698***
高感度CRP <sup>#</sup>	0.473***	0.375***	0.224**	0.451***	0.42***	0.387***	0.197**	0.38***
アディポネクチン	-0.275**	-0.178*	-0.181*	-0.237**	-0.205**	-0.175*	-	-0.195

Pearsonの相関係数  $r$  (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ )

<sup>#</sup>正規分布しないため、対数値換算で解析

## 未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための 総合検診のあり方に関する研究

分担研究者 久保俊英<sup>1)</sup>、浦山建治<sup>2)</sup>

所 属 国立病院機構岡山医療センター診療部長<sup>1)</sup>、国立病院機構岡山医療センター小児科<sup>2)</sup>

### 研究要旨

【目的】未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための総合検診のあり方を研究するために、以下の2つの調査研究を行った。①岡山県総社市における健康小児を対象とした生活習慣病検診。②岡山県内の小学校における体組成調査。【対象と方法】①健康ボランティア小児189名（男子97名、女子92名）を募り、身体計測、血液生化学検査、内臓脂肪測定、生活習慣アンケート等を行った。②一般公立校といわゆるエリート校でインピーダンス法を用いて体組成調査を行った。【結果】①先行研究における他地域での全国平均に比べて、男女とも肥満度は幼児期に高く、年齢が長ずるにしたがって低下する傾向にあった。高感度CRPも同様の変動を示したが、肥満度との間に有意な相関は得られなかった。肥満度と有意な相関を示した生化学パラメーターはレプチンのみであった。また、全年齢を通じて中性脂肪は全国平均に比べて低かった。②一般公立校の方が肥満児の出現率が高く、高度肥満児も存在したのに比べて、エリート校には高度肥満児は存在しなかった。しかし、体脂肪率でみると全体的にエリート校の方が高い傾向にあった。【結論】①先行研究における他地域での全国平均に比べて、男女とも肥満度は幼児期に高く、年齢が長ずるにしたがって低下する傾向にあった。高感度CRPも同様の変動を示したが、肥満度との間に有意な相関は得られなかった。肥満度と有意な相関を示した生化学パラメーターはレプチンのみであった。また、全年齢を通じて中性脂肪は全国平均に比べて低かった。②一般公立校の方が肥満児の出現率が高く、高度肥満児も存在したのに比べて、エリート校には高度肥満児は存在しなかった。しかし、体脂肪率でみると全体的にエリート校の方が高い傾向にあった。

### A. 研究目的

小児期の総合検診について対象年齢、一次抽出方法、二次検査方法を決定し、エビデンスに基づいた一次予防、二次予防ガイドラインを作成することをエンドポイントとする。分担研究においては①全国検診の中の中国四国地区データ収集を目的として生活習慣病検診を行い、地域特性を明らかにする。②地域特性のみならず、小学生における環境特性を明らかにする。

### B. 研究方法

①平成25年度に岡山県総社市においてボランティアを募り、男子97名、女子92名の健康な幼児、小・中学生

を対象に生活習慣病検診を実施した。受診者のデータは1) 身体計測、血圧 2) 血液生化学測定値 3) 食習慣・生活習慣データ 4) 出生から受診時までの縦断的な身長・体重値 5) 内臓脂肪測定 6) 血管硬化度を測定した。また、生活習慣アンケート調査も行った。これらのうち、主に血液生化学データと現在の肥満度との関連について検討を行った。また、先に行われた他地域の結果と比較した。

②平成24年度に岡山県内の公立小学校（男子161名、女子171名）、某大学附属小学校児童（男子323名、女子385名）の身体計測と体組成をTANITAのマルチ周波数体組成計MC-190を用いて測定して、公立校といわ

ゆるエリート校の肥満状況を比較検討した。

(倫理面への配慮)

- ① すべて書面をもって説明を行い、同意を得た場合のみ、かつ当院の倫理委員会で許可を得た場合のみ行った。個人情報保護法を順守し、解析は匿名化して行った。
- ② 学校長により保護者に文書連絡し、同意を得た者のみ測定した。

### C. 研究結果

① 表1に、総社検診での体格指数と、それまでに得られた他地域の全国平均検診データを示す。総社市では、男女とも幼児期は全国に比べて肥満度は高めであり、年齢が上昇するにつれ、低下していく傾向にあった。図1,2に、肥満度20%超の小学生を抽出し、身長と体重の変化を縦断的に見たものを示す。男女とも3歳から小学校低学年にかけて体重が平均に比べて大きく増え始めている傾向にあった。表2,3に、総社検診での生化学データと全国検診でのデータを示す。男女とも中性脂肪がすべての年齢層において全国平均よりも低値をとっていた。また、高感度CRPは男女とも幼児期は全国平均に比べて高く、年齢が上昇するにつれて経過していく傾向にあった。表1に示した肥満度と同様の傾向であった(図3)。しかし、高感度CRPと肥満度との間に有意な相関は見られず、男女とも肥満度と有意な相関を示した生化学マーカーはレプチンだけであり、正相関が認められた(図4)。

② 肥満度で観ると、図5に示すように、一般公立校の方が、いわゆるエリート校よりも肥満率が高い傾向にあった。更に、一般公立校には高度肥満児がいたが、エリート校にはいなかった(表4)。しかし、図6に示すように、体脂肪率は一般公立校の方がばらつきは大きいものの全体的に低い傾向が見られた。特に女子で明らかであった。脂肪量で観ると逆の傾向が見られた(図7)。一方筋肉量では、一般公立校の方が男女とも一般公立校の方が多い傾向が見られた(図8)。

### D. 考察

① 総社市検診では、肥満度、高感度CRP、中性脂肪において先行の他地域での平均データとの乖離が見られ

た。この原因については生活習慣のデータ解析と併せて考える必要があるが、検診データの解釈及び生活習慣病対策において、地域特性を考慮する必要があると考えられた。また、肥満児での縦断的調査からは、3歳あるいは1歳6か月健診時での栄養指導が肥満予防に有効である可能性が示唆された。

② 学校で肥満指導を効率よく行うためには、まずその学校全体の体組成の傾向を把握する必要がある。その上で、例えば今回の結果を踏まえれば、エリート校では全体的な指導に重点を置き、学校全体として身体を動かすという目標設定が必要になると考えられる。一方、一般公立校では個人的な指導に重点を置くべきであり、肥満のより早期発見・指導が重要となる。

### E. 結論

生活習慣病対策において、先ず小児の身体的、生化学的正常値を知ることは重要であるが、ある程度地域特性を考慮する必要がある。また、肥満改善の指導は幼児期が望ましいと考えられる。しかし、現実的には小学校での指導の方が効果的であり、この場合低学年が望ましい。ただし、学校環境により集団指導あるいは個別指導の重点の置き方には工夫の要るところである。

### F. 研究発表

#### 1. 論文発表

なし

#### 2. 学会発表

- 1) 久保俊英。小学生の体組成調査—エリート校と一般公立校に差はあるか?—第59回日本小児保健協会学術集会。平成24年11月24日。岡山市
- 2) 浦山建治、久保俊英、他。岡山県総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討。第35回日本肥満学会。平成26年10月24日。宮崎市

### G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

表1: 総社市児童の体格

総社		女子				全国		女子			
		幼児	小学低学年	小学高学年	中学生			幼児	低学年	高学年	中学生
n	人	6	35	40	11	n	人	32	175	184	101
身長	cm	117.0±6.0	125.7±8.3	144.3±8.5	155.6±6.7	身長	cm	113±4	125±7	143±8	156±6
体重	kg	22.3±3.2	26.6±6.0	36.5±7.4	47.0±7.2	体重	kg	19.1±2.6	24.9±5.6	35.5±9.1	47.4±6.7
肥満度	%	3.2±7.6	3.1±14.7	-2.6±11.9	-3.7±8.7	肥満度	%	-4.9±8.3	-2.0±13.5	-3.8±14.5	-1.8±11.8
腹囲	cm	53.6±3.4	55.0±7.7	58.8±5.7	64.1±6.5	腹囲	cm	51±4	56±7	61±8	68±7

総社		男子				全国		男子			
		幼児	小学低学年	小学高学年	中学生			幼児	低学年	高学年	中学生
n	人	16	31	31	19	n	人	27	170	170	99
身長	cm	112.2±6.2	125.7±5.6	144.2±7.4	163.2±10.4	身長	cm	112±4	127±7	142±8	162±8
体重	kg	19.3±2.3	25.7±4.6	37.6±7.8	49.9±9.7	体重	kg	18.6±2.8	26.5±6.9	35.6±8.2	50.9±10.7
肥満度	%	-1.2±5.5	-0.1±12.3	-0.8±11.9	-4.4±7.4	肥満度	%	-4.3±1.5	-0.6±15.7	-1.7±2.7	-1.7±13.7
腹囲	cm	50.2±2.3	55.0±5.0	62.1±7.8	65.5±5.6	腹囲	cm	50±4	57±8	63±9	68±8

表2: 女児生化学データ

		幼児	低学年	高学年	中学生	
全国	尿酸	mg/dl	4.1±0.8	4.2±0.8	4.3±0.8	4.5±0.8
総社			4.4±0.6	4.0±0.7	4.3±0.7	4.1±1.0
全国	グルコース	mg/dl	79±9	82±6	85±6	85±5
総社			83.7±9.2	86.5±4.7	88.2±5.5	89.3±5.6
全国	ALT	U/L	14(12-15)	18(15-20)	15(14-16)	13(9-11)
総社			16.8(12.6-21.1)	15.0(13.4-16.6)	12.5(11.4-13.6)	11.9(10.2-13.8)
全国	中性脂肪	mg/dl	53(43-62)	62(57-67)	72(67-77)	68(62-74)
総社			46.3(34.7-57.9)	48.5(40.7-56.4)	52.0(44.3-59.8)	62.1(43.7-80.5)
全国	T-Ch o	mg/dl	165±22	174±27	170±27	170±30
総社			183.0±11.5	165.5±25.2	169.9±31.4	160.4±25.9
全国	HDL-C	mg/dl	60±10	64±12	62±12	61±11
総社			66.0±10.6	65.7±13.5	63.6±13.0	64.4±11.3
全国	LDL-C	mg/dl	96±22	98±24	96±25	97±26
総社			110.3±10.4	90.1±22.1	97.1±27.4	85.5±19.7
全国	インスリン	μU/ml	3.8(3.0-4.7)	4.9(4.4-5.5)	7.4(6.8-8.1)	9.3(8.3-10)
総社			2.9(0.6-5.2)	3.8(2.9-4.6)	5.6(4.5-6.7)	7.6(5.9-9.4)
全国	HbA1c(NGSP)	%	5.2±0.2	5.3±0.2	5.3±0.3	5.4±0.2
総社			5.2±0.3	5.2±0.3	5.2±0.2	5.1±0.2
全国	レプチン	ng/ml	4.0(3.3-4.8)	6.1(5.3-6.8)	6.7(5.9-7.5)	10.0(8.8-11)
総社			6.0(3.3-8.7)	5.9(4.4-7.4)	6.6(5.3-8.0)	10.9(6.3-15.5)
全国	アディポネクチン	μg/ml	13.4±4.8	11.2±4.6	10.0±4.0	9.9±4.6
総社			12.8±3.4	12.0±4.5	12.1±4.8	12.5±4.1
全国	高感度CRP	ng/ml	278(140-416)	346(234-457)	166(127-206)	442(0-1043)
総社			1080(0-4081)	1602(0-3297)	335(78-592)	150(54-245)

表3: 男児生化学データ

			幼児	低学年	高学年	中学生
全国	尿酸	mg/dl	3.8±1.0	4.2±0.8	4.6±1.4	5.6±1.2
総社			3.7±1.2	4.0±0.7	4.4±1.2	5.3±0.9
全国	グルコース	mg/dl	82±6	85±7	86±6	87±6
総社			85.4±8.3	89.7±6.3	92.5±6.0	93.2±6.8
全国	ALT	U/L	13(12-14)	20(16-24)	21(19-24)	19(15-23)
総社			13.7(11.7-15.7)	15.7(14.6-16.6)	15.4(13.7-17.1)	14.4(12.1-17.8)
全国	中性脂肪	mg/dl	49(41-57)	61(57-66)	68(61-74)	65(57-74)
総社			43.6(35.7-51.4)	40.7(35.2-46.2)	38.9(33.2-44.5)	43.3(34.0-52.6)
全国	T-Ch o	mg/dl	172±25	167±24	176±29	161±23
総社			163.3±22.9	172.2±25.6	170.2±29.2	167.5±20.3
全国	HDL-C	mg/dl	64±13	62±13	64±14	61±12
総社			60.7±14.6	72.1±11.6	68.6±9.3	69.5±11.3
全国	LDL-C	mg/dl	100±18	94±20	99±25	89±20
総社			96.0±22.6	92.1±25.0	95.0±24.4	89.2±18.4
全国	インスリン	μIU/ml	3.0(1.9-4.0)	4.8(4.3-5.4)	6.5(5.8-7.2)	8.1(5.8-7.2)
総社			2.3(1.6-3.0)	3.6(2.9-4.3)	5.2(3.8-6.5)	4.9(3.7-6.1)
全国	HbA1c(NGSP)	%	5.3±0.1	5.3±0.2	5.4±0.2	5.4±0.2
総社			5.2±0.1	5.2±0.2	5.3±0.2	5.2±0.3
全国	レブチン	ng/ml	3.2(2.3-4.1)	5.2(4.4-6.0)	6.0(5.3-6.8)	3.7(3.0-4.4)
総社			3.3(2.8-3.7)	4.5(3.7-5.4)	5.6(3.9-7.2)	3.1(2.4-3.9)
全国	アディポネクチン	μg/ml	13.8±4.4	12.1±4.8	10.2±4.4	10.0±4.1
総社			12.8±6.1	14.0±4.2	12.3±5.5	10.4±4.3
全国	高感度CRP	ng/ml	547(0-1356)	350(145-553)	379(199-558)	417(151-682)
総社			1018(0-2563)	568(81-1054)	248(107-389)	205(35-376)

表4: 肥満児数のまとめ

	肥満児	高度肥満児	全体
エリート校	43人(6.1%)	0人(0.0%)	708人
一般公立校	29人(8.7%)	3人(0.9%)	332人

図1: 総社肥満女子の体格推移

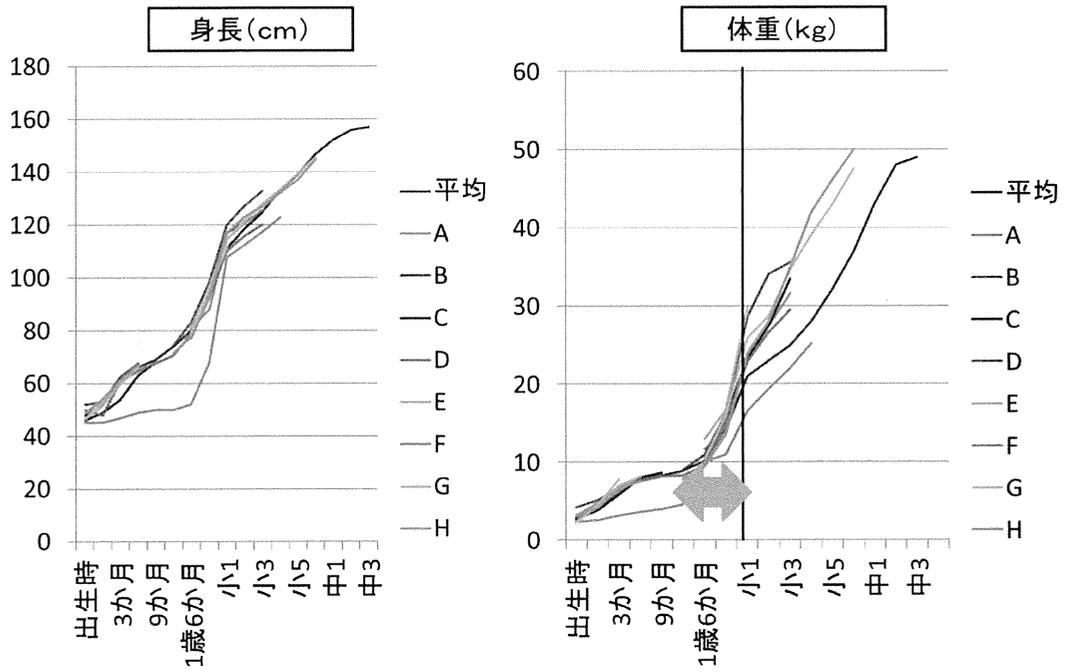


図2: 総社肥満男児の体格推移

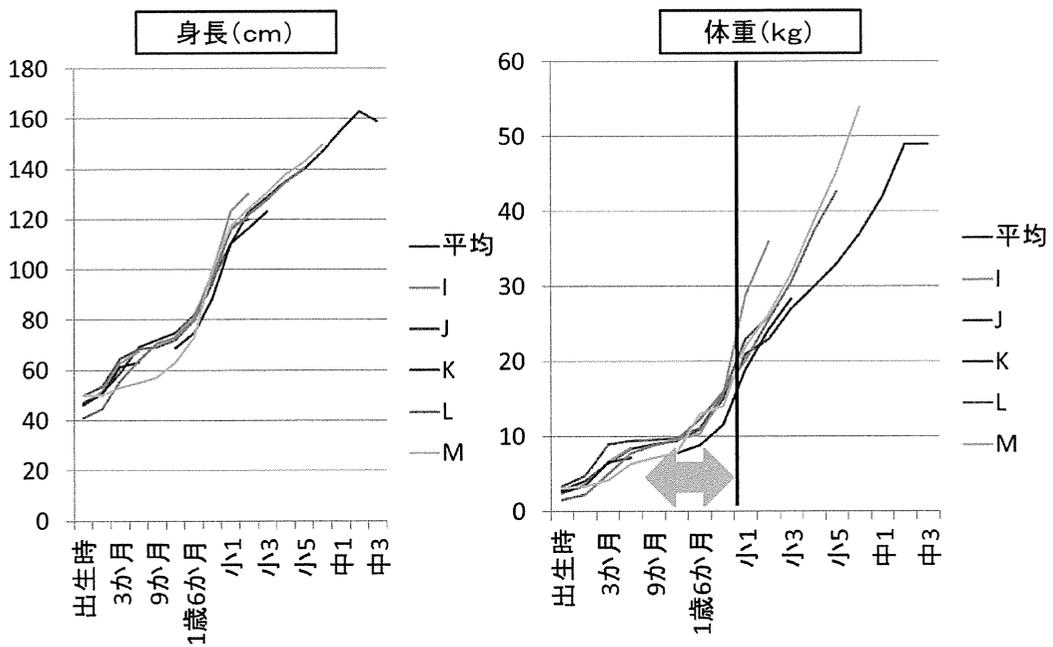


図3: 肥満度と高感度CRP

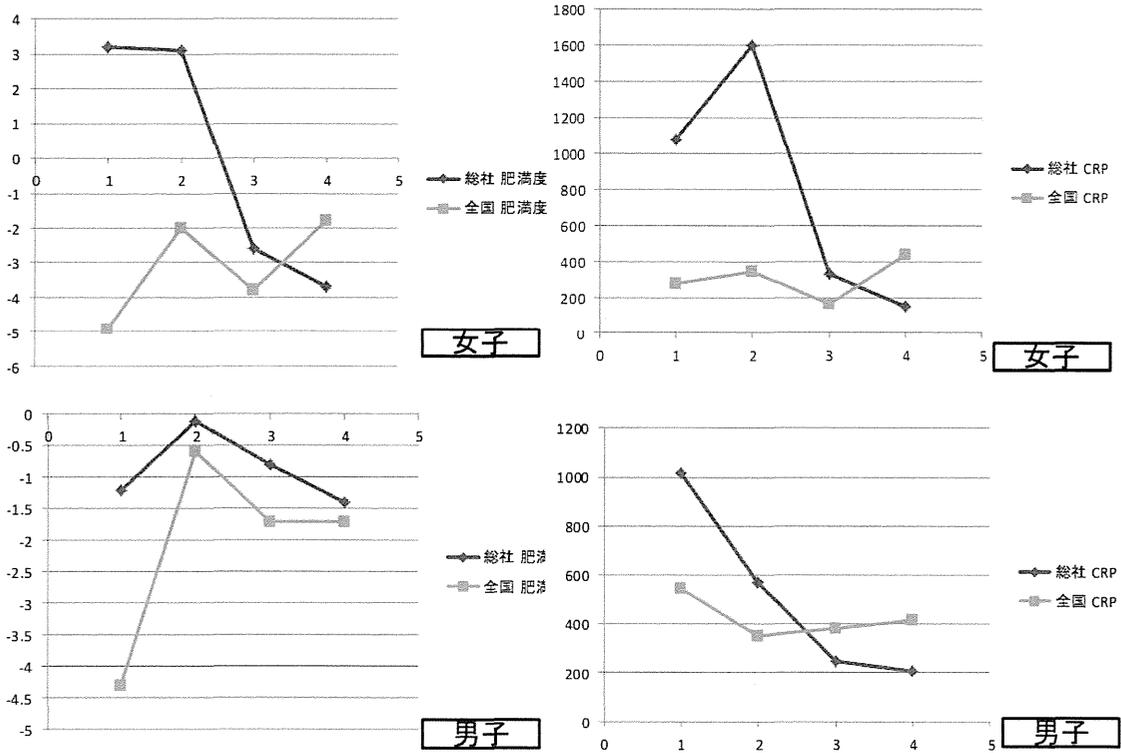


図4: レプチンと肥満度の相関

